

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 42 18 806 A 1

51 Int. Cl. 5:  
H 01 L 33/00

21 Aktenzeichen: P 42 18 806.7  
22 Anmeldetag: 8. 6. 92  
43 Offenlegungstag: 9. 12. 93

DE 42 18 806 A 1

71 Anmelder:  
TEMIC TELEFUNKEN microelectronic GmbH, 74072  
Heilbronn, DE

72 Erfinder:  
Birkenstock, Gerhard, 7105 Leingarten, DE

56 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	27 19 567 A1
US	50 40 044
US	39 81 023
US	37 39 217
US	33 43 026

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement

57 Bei einem Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement ist auf einem N-dotierten Substrat zur Bildung eines PN-Übergangs eine P-dotierte Epitaxieschicht abgeschieden. In die Oberfläche der Epitaxieschicht sind zur Vergrößerung der Lichtaustrittsfläche in flächiger Anordnung Vertiefungen eingebracht.

DE 42 18 806 A 1

## Beschreibung

Bei der Herstellung der Lumineszenz-Halbleiterelemente von Mesa-Lumineszenz-Dioden (Mesa-LEDs) — beispielsweise Infrarot-Dioden oder Grünlicht-emittierende Dioden — wird zur Bildung eines PN-Übergangs auf ein N-dotiertes Substrat eine P-dotierte Epitaxieschicht abgeschieden. Durch Grabenätzung werden die Mesastrukturen erzeugt, die Lumineszenz-Halbleiterelemente entlang der Mesagräben vereinzelt und unter Verwendung eines Reflektors in ein Gehäuse eingebaut.

Bei Stromfluß durch die Lumineszenz-Halbleiterelemente wird Licht emittiert, wobei die vom Brechungsindex und von geometrischen Faktoren abhängige Austrittsoberfläche entscheidend für die Licht- bzw. Strahlungsausbeute ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 mit vergrößerter Lichtausbeute anzugeben.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch das Merkmal im Kennzeichen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Die in die Oberfläche der Epitaxieschicht, d. h. in die Mesa-Oberfläche eingebrachten Vertiefungen entsprechen in ihrer Funktionsweise "Mikroreflektoren", die die Oberfläche der Epitaxieschicht vergrößern. Daher steht gegenüber konventionellen Lumineszenz-Halbleiterelementen mehr Oberfläche für den Licht- bzw. Strahlungsaustritt zur Verfügung, die Austrittswahrscheinlichkeit des Lichts bzw. der Strahlung steigt an, so daß bei einem bestimmten Stromfluß mehr Licht bzw. Strahlung aus der LED austreten kann.

Die Vertiefungen werden in flächiger Verteilung vorzugsweise jeweils unmittelbar aneinandergrenzend angeordnet und befinden sich überwiegend im Randbereich der Mesa-Oberfläche, wo sie sich bis an den Rand der Mesaflanke erstrecken. Hergestellt werden die Vertiefungen (beispielsweise Löcher/Ätzgruben oder Rillen) durch physikalisches oder chemisches Abtragen der Oberfläche der Epitaxieschicht; beispielsweise können sie durch chemische Ätzung mittels einer Maske in die Epitaxieschicht eingebracht werden, wobei die Tiefe der "Reflektoren" abhängig von der Geometrie der Maske ist. Durch die Vergrößerung der Lichtausbeute kann die Struktur der LEDs verkleinert werden, wodurch die Herstellung der LEDs billiger wird.

Weiterhin soll die Erfindung anhand des in den Fig. 1 und 2 dargestellten Ausführungsbeispiels beschrieben werden.

Die Fig. 1 zeigt in perspektivischer Ansicht und die Fig. 2 im Schnitt ein vereinzelt Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement, bei dem auf einem N-dotierten Substrat 1 eine P-dotierte Epitaxieschicht 2 zur Bildung des PN-Übergangs 3 angeordnet ist. In der Mitte der Epitaxieschicht 2 ist auf deren Oberfläche 4 ein Metallisierungsfleck 8 vorgesehen, auf dem ein Bonddraht 7 zur Kontaktierung des Lumineszenz-Halbleiterelements angebracht ist; vom Metallisierungsfleck 8 weg erstrecken sich auf der Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 Metallisierungsfinger 9, die zur großflächigen Kontaktierung des Lumineszenz-Halbleiterelements dienen. In die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 sind — abgesehen vom Bereich des Metallisierungsflecks 8 und der Metallisierungsfinger 9 — ganzflächig Vertiefungen 5 eingebracht, die halbkugelförmige Gestalt besitzen und bis zum äußeren Rand der Epitaxieschicht 2, das heißt

bis zur Mesaflanke 6 reichen.

Das N-dotierte Substrat — beispielsweise aus Gallium-Phosphid — besitzt eine quaderförmige Gestalt mit der quadratischen Grundfläche von  $290\text{ }\mu\text{m} \times 290\text{ }\mu\text{m}$  und der Höhe (Substratdicke) von  $265\text{ }\mu\text{m}$ , auf dem die Mesastruktur mit einer Mesa-Basisfläche von  $260\text{ }\mu\text{m} \times 260\text{ }\mu\text{m}$ , einer Mesahöhe von  $15\text{ }\mu\text{m}$  und einem Mesawinkel von ca.  $60^\circ$  angeordnet ist. Die P-Epitaxieschicht 2 besteht beispielsweise aus Gallium-Phosphid und ist in einer Dicke von beispielsweise  $10\text{ }\mu\text{m}$  auf das N-Substrat 1 aufgebracht. Auf die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 ist im Zentrum der Metallisierungsfleck 8 mit einem Durchmesser von  $100\text{ }\mu\text{m}$  aufgebracht; von diesem aus erstrecken sich vier Metallisierungsfinger 9 mit jeweils  $25\text{ }\mu\text{m}$  Länge, wobei die äußeren Enden der Metallisierungsfinger 9 jeweils  $140\text{ }\mu\text{m}$  voneinander entfernt sind. In die Oberfläche 4 der Epitaxieschicht 2 werden mittels einer strukturierten Maske durch einen chemischen Ätzprozeß ca. 80 Vertiefungen mit einem Durchmesser von  $6\text{ }\mu\text{m}$  und einer Tiefe von  $3\text{ }\mu\text{m}$  ganzflächig aufgebracht.

Abweichend von dem vorgestellten Ausführungsbeispiel können jedoch Anzahl, Geometrie, Tiefe und Anordnung der Vertiefungen sowie das Herstellungsverfahren je nach gewünschtem Anwendungsfall bzw. Verwendungszweck variabel gewählt werden.

## Patentansprüche

1. Mesa-Lumineszenz-Halbleiterelement mit einem N-dotierten Substrat (1), auf dem zur Bildung eines PN-Übergangs (3) eine P-dotierte Epitaxieschicht (2) abgeschieden ist, dadurch gekennzeichnet, daß in die Oberfläche (4) der Epitaxieschicht (2) in flächiger Anordnung Vertiefungen (5) eingebracht sind.
2. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) im wesentlichen im Randbereich der Epitaxieschicht (2) angeordnet sind.
3. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) bis an die Mesaflanke (6) reichen.
4. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1—3, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) jeweils unmittelbar aneinandergrenzen.
5. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) im wesentlichen eine halbkugelförmige Gestalt aufweisen.
6. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1—4, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) als Streifen/Rillen ausgebildet sind.
7. Lumineszenz-Halbleiterelement nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) durch chemischen oder physikalischen Abtrag in die Oberfläche (4) der Epitaxieschicht (2) eingebracht sind.
8. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Vertiefungen (5) mittels chemischem Maskenätzen in die Epitaxieschicht (2) eingebracht sind.
9. Lumineszenz-Halbleiterelement nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der Vertiefungen (5) abhängig von der Geometrie der Maske gewählt ist.

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

- Leerseite -

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

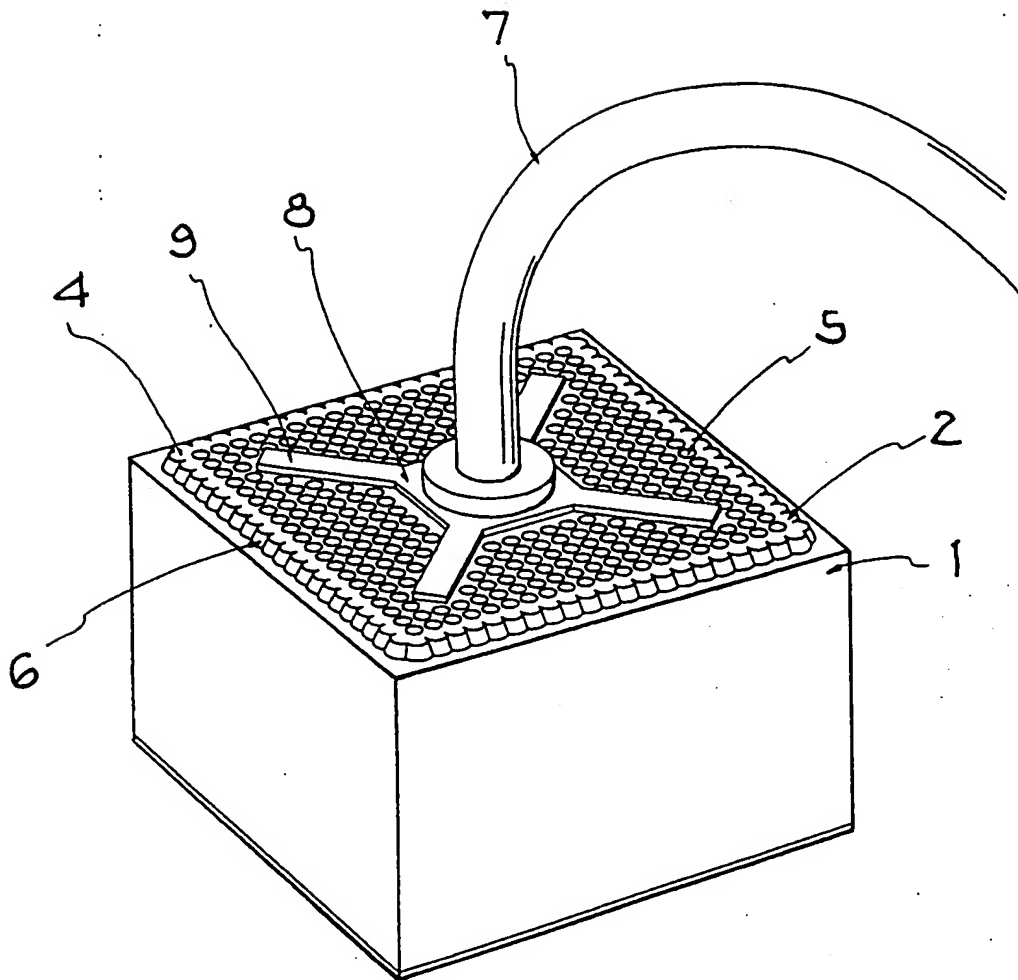


FIG.1

X

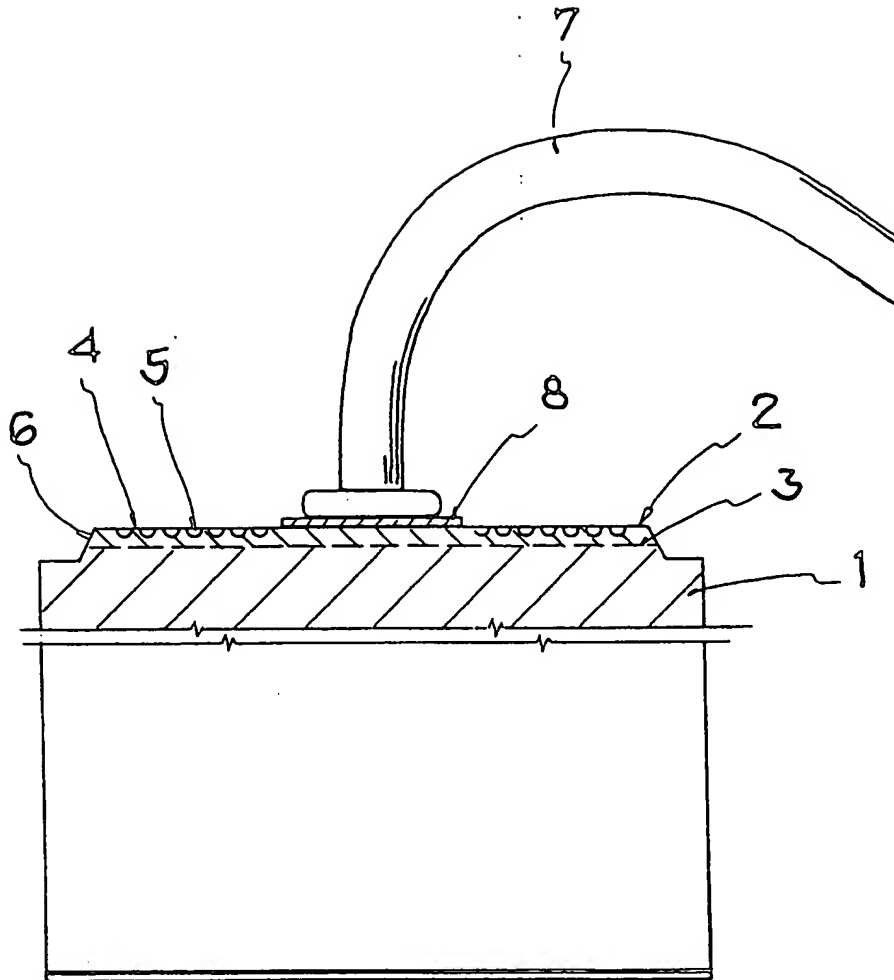


FIG. 2